

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-345991

(43)Date of publication of application : 12.12.2000

(51)Int.Cl. F04D 15/00

F04D 7/02

F04D 29/04

F04D 29/22

F17C 9/00

(21)Application number : 11-156587

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 03.06.1999

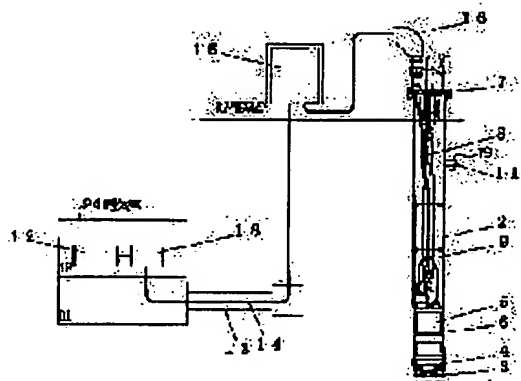
(72)Inventor : SUZUKI HIDESHI  
SUZUKI OSAMU

(54) PUMP DEVICE FOR LIQUEFIED GAS, AND OPERATING METHOD AS WELL AS GAS SUPPLY FACILITY THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a pump device for liquefied gas having a long lifetime of bearings and feasibility for a long stable operation.

SOLUTION: In this pump device for liquefied gas a rotational frequency is set in low, about 50 min<sup>-1</sup>, by an inverter 18 when starting a pump 5. A flowmeter 19 judges whether a liquid lifting pipe 2 is filled with liquid or not. When the liquid lifting pipe 2 is judged full of liquid, the rotational frequency of the pump 5 is increased by the inverter 18, for example, up to a high frequency in a range of 5000-8000 min<sup>-1</sup>. When the pump 5 is stopped the rotational frequency is gradually decreased by the inverter 18. Thereby, the pump device for liquefied gas having a long bearing lifetime and capable of a long-term stable operation can be realized.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

01.04.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

Best Available Copy

[Kind of final disposal of application other than  
the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3688154

[Date of registration] 17.06.2005

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-345991  
(P2000-345991A)

(43) 公開日 平成12年12月12日 (2000. 12. 12)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード (参考)
F 0 4 D	15/00	F 0 4 D	J 3 E 0 7 3
	7/02		A 3 H 0 2 0
	29/04		R 3 H 0 2 2
	29/22		C 3 H 0 3 3
			E
審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 11 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平11-156587

(22) 出願日 平成11年6月3日 (1999. 6. 3)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 鈴木 英志

茨城県土浦市神立町603番地 株式会社日立製作所土浦工場内

(72) 発明者 鈴木 治

茨城県土浦市神立町603番地 株式会社日立製作所土浦工場内

(74) 代理人 100077816

弁理士 春日 譲

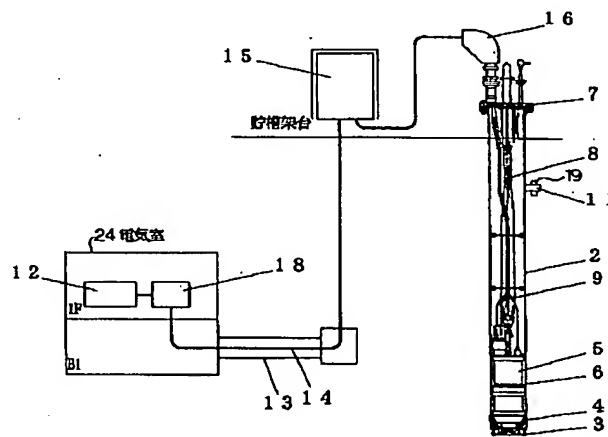
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液化ガス用ポンプ装置、液化ガス用ポンプ装置の運用方法及びガス供給設備

(57) 【要約】

【課題】軸受寿命の長い、長期安定運転の可能な液化ガス用ポンプ装置を実現する。

【解決手段】液化ガス用ポンプ装置において、ポンプ本体5の起動時には、インバータ18により、 $50 \text{ min}^{-1}$ 程度の低回転とする。ポンプ本体5の駆動により揚液管2内が液体で満たされたか否かを流量計19を用いて判断する。揚液管2内が液体で満たされたことを判断すると、インバータ18により、ポンプ本体5の回転数が上昇され、例えば、 $5000 \sim 8000 \text{ min}^{-1}$ 程度の高回転とされる。また、ポンプ本体5の停止時には、インバータ18により徐々に回転数が低下される。これにより、軸受寿命の長い、長期安定運転の可能な液化ガス用ポンプ装置を実現することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 液化ガスを吸込み吐出するポンプのポンプ軸と、このポンプ軸を回転駆動する駆動部と、ポンプ軸に沿って駆動部よりも下方の位置に設けられ、吸込んだ液化ガスを昇圧する羽根車と、この羽根車で昇圧した液化ガスを吐出する吐出穴と、ポンプ軸を支持する軸受とを有する液化ガス用ポンプ装置において、

ポンプへの供給電流の周波数を制御するインバータを備え、このインバータにより、ポンプの回転数を制御し、ポンプの起動時には、ポンプ軸が所定距離以上浮上したか否かを判断し、ポンプ軸が、所定距離以上浮上していないときには、ポンプを第 1 の回転数で回転させ、ポンプ軸が所定距離以上浮上したときには、上記第 1 の回転数より大の回転数である第 2 の回転数で上記ポンプを回転させることを特徴とする液化ガス用ポンプ装置。

【請求項 2】 液化ガスを吸込み吐出するポンプのポンプ軸と、このポンプ軸を回転駆動する駆動部と、ポンプ軸に沿って駆動部よりも下方の位置に設けられ、吸込んだ液化ガスを昇圧する羽根車と、この羽根車で昇圧した液化ガスを吐出する吐出穴と、ポンプ軸を支持する軸受とを有する液化ガス用ポンプ装置の運用方法において、上記液化ガス用ポンプ装置は、ポンプへの供給電流の周波数を制御するインバータを備え、ポンプの回転数を、液化ガスが吐出されるまでの間は低回転で、吐出された後は上記高回転で運転することを特徴とする液化ガス用ポンプ装置の運用方法。

【請求項 3】 液化ガスを吸込み吐出するポンプのポンプ軸と、このポンプ軸を回転駆動する駆動部と、ポンプ軸に沿って駆動部よりも下方の位置に設けられ、吸込んだ液化ガスを昇圧する羽根車と、この羽根車で昇圧した液化ガスを吐出する吐出穴と、ポンプ軸を支持する軸受とを有する液化ガス用ポンプ装置の運用方法において、上記液化ガス用ポンプ装置は、ポンプへの供給電流の周波数を制御するインバータを備え、ポンプの回転数を上記インバータにより制御し、ポンプの起動時、ポンプの回転数を低回転に抑制し、上記羽根車によるスラスト荷重を低減し、上記軸受の摩耗を軽減することを特徴とする液化ガス用ポンプ装置の運用方法。

【請求項 4】 液化ガスを吸込み吐出するポンプのポンプ軸と、このポンプ軸を回転駆動する駆動部と、ポンプ軸に沿って駆動部よりも下方の位置に設けられ、吸込んだ液化ガスを昇圧する羽根車と、この羽根車で昇圧した液化ガスを吐出する吐出穴と、ポンプ軸を支持する軸受とを有する液化ガス用ポンプ装置において、ポンプへの供給電流の周波数を制御するインバータを備え、このインバータにより、ポンプの回転数を制御し、上記駆動部の定格回転数よりも高速回転数で運転することにより、上記羽根車径及び上記駆動部の径を小形化したことを特徴とする液化ガス用ポンプ装置。

【請求項 5】 液化ガスを吸込み吐出するポンプのポンプ

軸と、このポンプ軸を回転駆動する駆動部と、ポンプ軸に沿って駆動部よりも下方の位置に設けられ、吸込んだ液化ガスを昇圧する羽根車と、この羽根車で昇圧した液化ガスを吐出する吐出穴と、吐出した液化ガスを圧送する吐出管と、液化ガス吐出量を測定する流量計と、ポンプ軸を支持する軸受とを有する液化ガス用ポンプ装置の運用方法において、

上記液化ガス用ポンプ装置は、ポンプへの供給電流の周波数を制御するインバータを備え、上記流量計により、液化ガスが吐出されたことを確認し、ポンプの回転数を、液化ガスが吐出されるまでの間は低回転数で運転し、液化ガスが吐出された後は高回転数で運転することを特徴とする液化ガス用ポンプ装置の運用方法。

【請求項 6】 液化ガスを吸込み吐出するポンプのポンプ軸と、このポンプ軸を回転駆動する駆動部と、ポンプ軸の振動を測定する振動計と、ポンプ軸に沿って駆動部よりも下方の位置に設けられ、吸込んだ液化ガスを昇圧する羽根車と、この羽根車で昇圧した液化ガスを吐出する吐出穴と、ポンプ軸を支持する軸受とを有する液化ガス用ポンプ装置の運用方法において、

ポンプへの供給電流の周波数を制御するインバータを備え、このインバータにより、ポンプの回転数を制御し、上記振動計により、液化ガスが吐出されたことを確認し、ポンプの回転数を、液化ガスが吐出されるまでの間は低回転数で運転し、液化ガスが吐出された後は高回転数で運転することを特徴とする液化ガス用ポンプ装置の運用方法。

【請求項 7】 液化ガスを吸込み吐出するポンプのポンプ軸、このポンプ軸を回転駆動する駆動部、ポンプ軸に沿って駆動部よりも下方の位置に設けられ、吸込んだ液化ガスを昇圧する羽根車、この羽根車で昇圧した液化ガスを吐出する吐出穴、ポンプ軸を支持する軸受を有する液化ガス用ポンプ装置と、液化ガスを貯蔵する液化ガスタンクと、ポンプに電気を配電する配電盤を設置する電気室とを備えるガス供給設備において、

上記液化ガス用ポンプ装置のポンプへの供給電流の周波数を制御するインバータを上記電気室内に設置したことを特徴とするガス供給設備。

【請求項 8】 液化ガスを吸込み吐出するポンプのポンプ軸と、このポンプ軸を回転駆動する駆動部と、ポンプ軸に沿って駆動部よりも下方の位置に設けられ、吸込んだ液化ガスを昇圧する羽根車と、この羽根車で昇圧した液化ガスを吐出する吐出穴と、ポンプ軸を支持する軸受とを有する液化ガス用ポンプ装置において、

ポンプへの供給電流の周波数を制御するインバータを備え、このインバータにより、ポンプの回転数を制御し、ポンプ吐出量を系統側必要供給量に対応可能としたことを特徴とする液化ガス用ポンプ装置。

【請求項 9】 液化ガスを吸込み吐出するポンプのポンプ軸と、このポンプ軸を回転駆動する駆動部と、ポンプ軸

に沿って駆動部よりも下方の位置に設けられ、吸込んだ液化ガスを昇圧する羽根車と、この羽根車で昇圧した液化ガスを吐出する吐出穴と、ポンプ軸を支持する軸受とを有する液化ガス用ポンプ装置の運用方法において、ポンプへの供給電流の周波数を制御するインバータを備え、このインバータにより、ポンプの回転数を制御し、ポンプ停止時、ポンプの回転数を徐々に低下させることで、逆流によって引き起こされる高速逆回転の発生を防止し、上記軸受の摩耗を抑制することを特徴とする液化ガス用ポンプ装置の運用方法。

【請求項 10】液化ガスを吸込み吐出するポンプのポンプ軸と、このポンプ軸を回転駆動する駆動部と、ポンプ軸に沿って駆動部よりも下方の位置に設けられ、吸込んだ液化ガスを昇圧する羽根車と、この羽根車で昇圧した液化ガスを吐出する吐出穴と、ポンプ軸を支持する軸受とを有する液化ガス用ポンプ装置の運用方法において、ポンプへの供給電流の周波数を制御するインバータを備え、このインバータにより、ポンプの回転数を制御し、ポンプ運転中、軸受摩耗等による軸受剛性低下から、軸振動が増加した場合に、上記インバータによりポンプの回転数を変化させ、軸振動を抑制することを特徴とする液化ガス用ポンプ装置の運用方法。

【請求項 11】液化ガスを吸込み吐出するポンプのポンプ軸、このポンプ軸を回転駆動する駆動部、ポンプ軸に沿って駆動部よりも下方の位置に設けられ、吸込んだ液化ガスを昇圧する羽根車、この羽根車で昇圧した液化ガスを吐出する吐出穴、ポンプ軸を支持する軸受を有する液化ガス用ポンプ装置と、この液化ガス用ポンプ装置から吐出された液化ガスを気化する気化器と、需要先に供給されるガスの供給量を測定するガス量測定装置とを有するガス供給設備において、ポンプへの供給電流の周波数を制御するインバータを備え、このインバータにより、ポンプの回転数を制御し、ガス供給量の変動に対し、上記ガス量測定装置により供給ガス量を測定し、上記液化ガス用ポンプ装置の吐出量を調整し、供給ガス量を変動させることを特徴とするガス供給設備。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液化ガス用ポンプ装置に係わり、特に、液化天然ガス等の液化ガスを貯蔵する液化ガスタンク用の液中モータ型の潜没ポンプ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】液化天然ガス等の液化ガスを輸送する液化ガス用ポンプ装置には、例えば、液化ガスタンク内で用いられる、タンク内蔵式の液化ガスタンク用潜没ポンプ装置がある。

【0003】ここで、従来の液化ガス用ポンプ装置について、液化ガスタンク用潜没ポンプ装置を例として、図

7を用いて説明する。

【0004】図7において、符号1は液化ガスタンクであり、符号1Aはガスタンク1の天井板、符号2は液化ガスタンク1内に垂下された揚液管である。この液化ガスタンク1内に垂下された揚液管2の下端には、吸込弁3が取り付けられ、この揚液管2の座面4には、液化ガスタンク用潜没ポンプ本体5が設置されており、符号6は、潜没ポンプ本体5の外周に設けられた複数の吐出口である。

10 【0005】また、揚液管2の頂部には、ポンプ吊上機構を備えたヘッドプレート7が設けられている。符号8は吊り上げ用ワイヤであり、符号9は給電ケーブルであり、符号10は巻き上げ機である。

【0006】そして、液化ガスタンク用潜没ポンプ本体5は、液化ガスタンク1の天井板1Aから鉛直に垂下された揚液管2の内部に、ヘッドプレート7から、吊り上げ用ワイヤ8によって、例えば、深さ50m程度にまで吊り下げられて、揚液管2の下部の座面4に着座して設置される。

20 【0007】また、この液化ガスタンク用潜没ポンプ本体5には、揚液管内給電ケーブル9によって電源から電力が供給されており、ポンプの運転が開始されると、液化ガスは吸込弁3から吸い込まれ、昇圧されてポンプ吐出口6から吐出され、図中に矢印で示すように、揚液管2内を上昇して吐出管11に送り出される。なお、16はポンプターミナルボックスである。

【0008】このようなタンク内蔵式の液化ガスタンク用潜没ポンプ装置は、1つのタンクにつき、通常複数設置される。

30 【0009】次に、従来の液化ガス用ポンプ装置へと至る給電系統例として、図8に示すガス供給基地における液化ガスタンク用潜没ポンプ装置の駆動用電源系統図により説明する。図8において、ガス供給基地に給電された商用電力は、電気室24内の配電盤12によりポンプ1台分毎に配電され、貯槽洞道ケーブルルート13内の給電ケーブル14により中継端子15を経て、ポンプターミナルボックス16から、揚液管2内へと導かれる。

【0010】次に、従来の液化ガス用ポンプ本体を、図9に示す液化ガスタンク用潜没ポンプ装置を一例とし

40 て、その縦断面図により説明する。図9において、液化ガスタンク用潜没ポンプ本体5の構造は、ポンプ回転軸5Aに、吸込性能向上のために取り付けられたインデューサ5B、複数の羽根車5C及びサブマージドモータロータ5Dが固定され、これらは一体型構造であり、一体となって回転するようになっている。

【0011】また、このポンプ回転軸5A、インデューサ5B、複数の羽根車5C、サブマージドモータロータ5Dは、軸受寿命が長く、制振性に優れた自液潤滑される静圧軸受（上静圧軸受5E、中静圧軸受5F、下静圧軸受5G）によって、半径方向に支持されている。

【0012】また、上静圧軸受5Eと中静圧軸受5Fには、ポンプ起動・停止時の補助用軸受として、玉軸受（上玉軸受5H、中玉軸受5I）を設けている。この上玉軸受5Hは、内輪5H1をポンプ回転軸5Aに固定し外輪5H2側にギャップをもたせる設置方法と、外輪5H2をハウジング5L1に固定し、内輪5H1側にギャップをもたせる設置方法がある。

【0013】また、中玉軸受5Iは、内輪5I1をポンプ回転軸5Aに固定し、外輪5I2側にギャップをもたせる設置方法と、外輪5I2をハウジング5L2に固定し内輪5I1側にギャップをもたせる設置方法がある。この図9に示した例は、上玉軸受5H、中玉軸受5I共に、内輪をポンプ回転軸5Aに固定した場合の例である。

【0014】中玉軸受内輪5I1を、ポンプ回転軸5Aに固定する方法を取った場合、ポンプが通常運転の状態（揚液管2がポンプ吐出液で満たされている状態）では、玉軸受5H、5Iの代わりに静圧軸受5E、5F、5Gが働くように、例えば特公昭61-5558号公報に示されるようなバランスディスク等からなる軸スラスト平衡装置5Mが構成されている。

【0015】これにより、ポンプ通常運転状態では軸スラスト平衡装置5Mの機能により、ポンプ回転軸5Aが軸方向へ遊動し、中玉軸受5Iはハウジング5L2から離脱浮上し、中玉軸受5Iに負荷されるスラスト荷重はゼロとなる。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の技術にあっては、ポンプ5を起動した場合、吐出液で揚液管2内が満たされるまでの数分間は、ポンプ5は、所定の吐出圧力よりかなり低い吐出圧力で運転される。この数分間は、液を押し上げるだけのわずかな吐出圧力だけで十分なためである。

【0017】このため、軸スラスト平衡装置5Mは機能せず、ポンプ回転体の重量や、羽根車5Cの下向きの推力といった大きなスラスト荷重が中玉軸受5Iに負荷される。特に、ポンプの大容量化等によって、揚液管2の大口径化がなされた場合、ポンプ5を起動してから液が揚液管2を満たすまでに要する時間がさらに延長し、それに伴い、スラスト荷重が中玉軸受5Iに加わる時間も長くなり中玉軸受5Iの寿命も短くなる。

【0018】また、起動時の数分間は、ポンプ5の吐出圧力が小さいために、静圧軸受5E、5F、5Gの軸受効果が小さく、回転軸5Aは静圧軸受と回転軸との隙間一杯に振れ廻る。これらの状態が組み合わさると、回転軸5Aは、中軸受部を中心として振れ廻るような歳差運動を行う。

【0019】この歳差運動の状態では、多大なスラスト荷重を回転軸5Aが傾いた状態で受けるため、中玉軸受5Iに不安定な荷重がかかる状態となり、中玉軸受5I

の摩耗をさらに増加させ、軸受寿命が低下する。

【0020】この起動時において、従来は、モータが運転時の回転数（例えば3000～4000min<sup>-1</sup>）まで一気に立ち上がる運用がなされていた。また、ポンプ5を停止する際、従来は電源遮断することにより、ポンプ回転が瞬時に0となる方法を採用していた。

【0021】この方法でポンプ5を停止すると、揚液管2内の液がタンクへと逆流することによる羽根車5Cの高速逆回転（例えば3000min<sup>-1</sup>程度）が起こる。この時、回転体は玉軸受5H、5Iにより支持されるので、この逆流による逆回転が玉軸受5H、5Iの摩耗をさらに増加させる要因となっていた。

【0022】さらに、ポンプ5の長期使用により、静圧軸受5E、5F、5Gの摩耗が進むと、軸受ギャップが広がることによる軸受剛性の低下が起こる。従来は、この軸受剛性の低下により軸振動が大となる問題があった。

【0023】一方、ガスの需要量は、時間帯や季節により異なるため、供給するガス量を調整する必要がある。この供給量調整を、従来の技術においては、例えば図10の液化ガスタンク配管系統図に示すような、液化ガス集合管17からの液体を気化器21により行っていた。なお、23は逆止弁である。液化ガス用ポンプ装置から吐出された液化ガスを気化させる気化器には様々なものがあるが、この一例として、気化器ポンプ22により汲み上げられる海水等によって液化ガスを温める方式がある。

【0024】この方式を用いた場合のガス供給量調整は、従来、気化器ポンプ22の吐出量を制御することで気化するガスの量を調整し、ガス供給量の変動に対応する方法を採用していた。

【0025】しかし、この気化器ポンプ22は、液化ガス用ポンプに比べ、大量の海水等を吐出する必要があるため、ポンプ設備及び流量制御のための付帯設備も複雑かつ大型で、建設時においても定期検査時においても多額のコストが必要であった。

【0026】以上説明したように、従来の液化ガス用ポンプ装置は、起動時の大きなスラスト荷重や、停止時の高速逆回転により軸受寿命が低下するという問題を有していた。

【0027】また、ポンプの大容量化により揚液管が大口径化すると、スラスト荷重負荷時間が延長され、さらに軸受寿命が低下することとなる。加えて、軸受の摩耗により剛性が低下し、軸振動が大となる問題もあった。

【0028】さらに、従来の技術においては、ガス需要量の変化に対し、直接ガス供給量を制御するのではなく、液化ガスを気化させるための海水等の量を調整する間接的方法を取っていた為、ガス供給量が不安定となると共に、気化器ポンプ設備に多額のコストが必要であった。

【0029】本発明の目的は、軸受寿命の長い、長期安定運転の可能な液化ガス用ポンプ装置を実現することである。

【0030】さらに、本発明の他の目的は、ポンプの性能を制御可能とし、このポンプの性能を制御することにより、液化ガス供給量を調整可能な液化ガス用ポンプ装置を実現することである。

【0031】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は次のように構成される。

(1) 液化ガスを吸込み吐出するポンプのポンプ軸と、このポンプ軸を回転駆動する駆動部と、ポンプ軸に沿って駆動部よりも下方の位置に設けられ、吸込んだ液化ガスを昇圧する羽根車と、この羽根車で昇圧した液化ガスを吐出する吐出穴と、ポンプ軸を支持する軸受とを有する液化ガス用ポンプ装置において、ポンプへの供給電流の周波数を制御するインバータを備え、このインバータにより、ポンプの回転数を制御し、ポンプの起動時には、ポンプ軸が所定距離以上浮上したか否かを判断し、ポンプ軸が、所定距離以上浮上していないときには、ポンプを第1の回転数で回転させ、ポンプ軸が所定距離以上浮上したときには、上記第1の回転数より大の回転数である第2の回転数で上記ポンプを回転させる。

【0032】(2) 液化ガスを吸込み吐出するポンプのポンプ軸と、このポンプ軸を回転駆動する駆動部と、ポンプ軸に沿って駆動部よりも下方の位置に設けられ、吸込んだ液化ガスを昇圧する羽根車と、この羽根車で昇圧した液化ガスを吐出する吐出穴と、ポンプ軸を支持する軸受とを有する液化ガス用ポンプ装置の運用方法において、上記液化ガス用ポンプ装置は、ポンプへの供給電流の周波数を制御するインバータを備え、ポンプの回転数を、液化ガスが吐出されるまでの間は低回転で、吐出された後は上記高回転で運転する。

【0033】(3) 液化ガスを吸込み吐出するポンプのポンプ軸と、このポンプ軸を回転駆動する駆動部と、ポンプ軸に沿って駆動部よりも下方の位置に設けられ、吸込んだ液化ガスを昇圧する羽根車と、この羽根車で昇圧した液化ガスを吐出する吐出穴と、ポンプ軸を支持する軸受とを有する液化ガス用ポンプ装置の運用方法において、上記液化ガス用ポンプ装置は、ポンプへの供給電流の周波数を制御するインバータを備え、ポンプの回転数を上記インバータにより制御し、ポンプの起動時、ポンプの回転数を低回転に抑制し、上記羽根車によるスラスト荷重を低減し、上記軸受の摩耗を軽減する。

【0034】(4) 液化ガスを吸込み吐出するポンプのポンプ軸と、このポンプ軸を回転駆動する駆動部と、ポンプ軸に沿って駆動部よりも下方の位置に設けられ、吸込んだ液化ガスを昇圧する羽根車と、この羽根車で昇圧した液化ガスを吐出する吐出穴と、ポンプ軸を支持する軸受とを有する液化ガス用ポンプ装置において、ポンプ

への供給電流の周波数を制御するインバータを備え、このインバータにより、ポンプの回転数を制御し、上記駆動部の定格回転数よりも高速回転数で運転することにより、上記羽根車径及び上記駆動部の径を小形化する。

【0035】(5) 液化ガスを吸込み吐出するポンプのポンプ軸と、このポンプ軸を回転駆動する駆動部と、ポンプ軸に沿って駆動部よりも下方の位置に設けられ、吸込んだ液化ガスを昇圧する羽根車と、この羽根車で昇圧した液化ガスを吐出する吐出穴と、吐出した液化ガスを圧送する吐出管と、液化ガス吐出量を測定する流量計と、ポンプ軸を支持する軸受とを有する液化ガス用ポンプ装置の運用方法において、上記液化ガス用ポンプ装置は、ポンプへの供給電流の周波数を制御するインバータを備え、上記流量計により、液化ガスが吐出されたことを確認し、ポンプの回転数を、液化ガスが吐出されるまでの間は低回転数で運転し、液化ガスが吐出された後は高回転数で運転する。

【0036】(6) 液化ガスを吸込み吐出するポンプのポンプ軸と、このポンプ軸を回転駆動する駆動部と、ポンプ軸の振動を測定する振動計と、ポンプ軸に沿って駆動部よりも下方の位置に設けられ、吸込んだ液化ガスを昇圧する羽根車と、この羽根車で昇圧した液化ガスを吐出する吐出穴と、ポンプ軸を支持する軸受とを有する液化ガス用ポンプ装置の運用方法において、ポンプへの供給電流の周波数を制御するインバータを備え、このインバータにより、ポンプの回転数を制御し、上記振動計により、液化ガスが吐出されたことを確認し、ポンプの回転数を、液化ガスが吐出されるまでの間は低回転数で運転し、液化ガスが吐出された後は高回転数で運転する。

【0037】(7) 液化ガスを吸込み吐出するポンプのポンプ軸、このポンプ軸を回転駆動する駆動部、ポンプ軸に沿って駆動部よりも下方の位置に設けられ、吸込んだ液化ガスを昇圧する羽根車、この羽根車で昇圧した液化ガスを吐出する吐出穴、ポンプ軸を支持する軸受を有する液化ガス用ポンプ装置と、液化ガスを貯蔵する液化ガスタンクと、ポンプに電気を配電する配電盤を設置する電気室とを備えるガス供給設備において、上記液化ガス用ポンプ装置のポンプへの供給電流の周波数を制御するインバータを上記電気室内に設置する。

【0038】(8) 液化ガスを吸込み吐出するポンプのポンプ軸と、このポンプ軸を回転駆動する駆動部と、ポンプ軸に沿って駆動部よりも下方の位置に設けられ、吸込んだ液化ガスを昇圧する羽根車と、この羽根車で昇圧した液化ガスを吐出する吐出穴と、ポンプ軸を支持する軸受とを有する液化ガス用ポンプ装置において、ポンプへの供給電流の周波数を制御するインバータを備え、このインバータにより、ポンプの回転数を制御し、ポンプ吐出量を系統側必要供給量に対応可能とする。

(9) 液化ガスを吸込み吐出するポンプのポンプ軸と、このポンプ軸を回転駆動する駆動部と、ポンプ軸に沿っ

10

20

30

40

50

て駆動部よりも下方の位置に設けられ、吸込んだ液化ガスを昇圧する羽根車と、この羽根車で昇圧した液化ガスを吐出する吐出穴と、ポンプ軸を支持する軸受とを有する液化ガス用ポンプ装置の運用方法において、ポンプへの供給電流の周波数を制御するインバータを備え、このインバータにより、ポンプの回転数を制御し、ポンプ停止時、ポンプの回転数を徐々に低下させることで、逆流によって引き起こされる高速逆回転の発生を防止し、上記軸受の摩耗を抑制する。

【0039】(10) 液化ガスを吸込み吐出するポンプのポンプ軸と、このポンプ軸を回転駆動する駆動部と、ポンプ軸に沿って駆動部よりも下方の位置に設けられ、吸込んだ液化ガスを昇圧する羽根車と、この羽根車で昇圧した液化ガスを吐出する吐出穴と、ポンプ軸を支持する軸受とを有する液化ガス用ポンプ装置の運用方法において、ポンプへの供給電流の周波数を制御するインバータを備え、このインバータにより、ポンプの回転数を制御し、ポンプ運転中、軸受摩耗等による軸受剛性低下から、軸振動が増加した場合に、上記インバータによりポンプの回転数を変化させ、軸振動を抑制する。

【0040】(11) 液化ガスを吸込み吐出するポンプのポンプ軸、このポンプ軸を回転駆動する駆動部、ポンプ軸に沿って駆動部よりも下方の位置に設けられ、吸込んだ液化ガスを昇圧する羽根車、この羽根車で昇圧した液化ガスを吐出する吐出穴、ポンプ軸を支持する軸受を有する液化ガス用ポンプ装置と、この液化ガス用ポンプ装置から吐出された液化ガスを気化する気化器と、需要先に供給されるガスの供給量を測定するガス量測定装置とを有するガス供給設備において、ポンプへの供給電流の周波数を制御するインバータを備え、このインバータにより、ポンプの回転数を制御し、ガス供給量の変動に対し、上記ガス量測定装置により供給ガス量を測定し、上記液化ガス用ポンプ装置の吐出量を調整し、供給ガス量を変動させる。

【0041】本発明は、起動時のスラスト荷重を低減し、揚液管径を大口径化せずにポンプの大容量化に対応し、停止時徐々に回転数を低下させることにより、逆流による高速逆回転を防止する。

【0042】また、ポンプの性能を制御可能とし、液化ガス供給量を調整可能としたので、ガス供給量の変動に応じて、供給するガス量を直接、インバータによりポンプの回転数を制御することにより制御することができ、大規模な気化器ポンプ等が不要であり、低価格な液化ガス用ポンプ装置を実現することができる。

【0043】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を、添付図面を参照しながら詳細に説明する。なお、各図中において、図7、図8、図9、図10に示したものと同等のものには同一の符号が付されている。

【0044】図1は、本発明の一実施形態として、図7

～図10を用いて上述した液化ガスタンク用潜没ポンプ装置に適用した場合のガス供給基地における液化ガス用ポンプ装置駆動用電源系統図である。

【0045】図1において、ガス供給基地に供給される商用電源電力は、配電盤12によりポンプ1台分毎に配電され、インバータ18へと至る。

【0046】ここで、インバータ18によりポンプへの供給電流の周波数を制御し、貯槽洞道ケーブルルート13内の給電ケーブル14により、中継端子15を経て、ポンプターミナルボックス16より揚液管2内のポンプへと通電される。このように、液化ガス用ポンプ装置駆動用電源にインバータを設置し、モータの回転数を制御する。

【0047】インバータ18は、ポンプへと至るケーブルルート13上のどこに設置しても良いが、液化ガスタンク近傍の防曝エリアに設置すると、インバータ18自体も防曝仕様としなければならず、コスト高となる。

【0048】そこで、インバータ18は電気室24内等の防曝エリア外に設置するのが好ましい。しかし、インバータ18は、液化ガスタンクからあまり遠ざかると配線が長くなり、電圧ドロップ等が発生する可能性もあるので、防曝エリア外で、最も液化ガスタンクに近い位置に設置するのが最も好ましい。

【0049】次に、インバータ18により液化ガス用ポンプ装置のモータ回転数を制御する場合の一例として、液化ガスタンク用潜没ポンプ装置に本発明を適用した場合について述べる。

【0050】まず、上述のように、起動時、吐出液で揚液管2内が満たされるまでの数分間は、ポンプ回転体の重量や、羽根車5Cの下向きの推力といった大きなスラスト荷重が、中玉軸受51に負荷される状態となり、中玉軸受51の摩耗が増大し、寿命が低下する。

【0051】そこで、この数分間、インバータ18によりポンプ回転数を例えば $50\text{ min}^{-1}$ 程度の低回転数(第1の回転数)に調整する。羽根車5Cによる下向きの推力と回転数とは、図2に示すような比例関係にあるため、回転数を低回転数とすれば、羽根車5Cの下向きの推力は低減され、スラスト荷重を緩和し、玉軸受摩耗を減少させることができる。なお、図2の縦軸は羽根車の推力を示し、横軸は回転数を示す。

【0052】また、図3、図4に示すように、吐出管11近傍に流量計19を設置する、あるいはポンプ本体5に振動計20を設置する等の方法により、揚液管内が液で満たされたことを確認したら、ポンプ本体5の回転数を上げ、高回転数での運転を行う。

【0053】なお、振動計20で揚液管内が液で満たされたか否かを判定する場合には、ポンプ本体5の起動時には振動が大であり、揚液管内が液で満たされたときには、振動が小となることを利用することができる。

【0054】また、ポンプ回転軸5Aと対向する位置に

変位計を配置して、ポンプ回転軸5Aの浮上を検知し、揚液管内が液で満たされたことを確認することもできる。また、玉軸受5H又は5Iにカラーを付けて、その近辺に変位計を配置し、これにより、ポンプ回転軸5Aの浮上を検知し、揚液管内が液で満たされたことを確認することもできる。

【0055】従来の仕様において、例えば、 $3000 \sim 4000 \text{ min}^{-1}$ 程度のポンプ回転数の運転を行っていた場合、本発明を適用すれば、例えば、 $5000 \sim 8000 \text{ min}^{-1}$ 程度の従来の技術を超える高回転数（第2 10の回転数）での運転が可能となる。

【0056】ポンプの回転数を高回転へと制御すると、ポンプの性能を表す吐出流量-揚程曲線は、図5のように大流量・高揚程側にシフトする。なお、図5の縦軸は揚程を示し、横軸は吐出流量を示す。

【0057】ポンプを大流量・高揚程化する手段として、通常、モータを高出力なものとするため、モータの大型化を図る方法が採用されたり、ポンプを高揚程化する手段として、羽根車径を大きくする方法が採用されているが、本発明を適用することにより、羽根車径やモータ 20を大型化せず、ポンプ大容量化の要求に対応でき、揚液管径を大口径化しない為、スラスト荷重の負担時間が減少し、玉軸受摩耗を減少させることができる。

【0058】また、ポンプ停止時、インバータにより回転数を徐々に低下させることにより、上述の揚液管内の液の逆流による羽根車の高速逆回転を防止することができる。これにより、この逆回転による玉軸受の摩耗を抑制することができる。

【0059】さらに、ポンプ5の長期使用により、静圧軸受5E、5F、5Gの摩耗が進むと、軸受ギャップが 30広がることにより軸受剛性が低下する。これにより、ポンプ装置の固有回転数が低下し、共振により、軸振動大となる場合がある。この場合もインバータにより回転数をずらすことで、共振を防ぎ、軸振動を抑制することができる。

【0060】一方、回転数制御の実施により、1つの液化ガスタンクに複数併設されている液化ガスタンク用潜没ポンプ装置個々の性能を制御可能とすることで、例えば、各ポンプを多点仕様のポンプとして計画することができる。

【0061】予め、過電流トリップ等のトラブルによって、一部のポンプが吐出を停止した場合を想定し、液化ガスタンク用潜没ポンプ装置を多点仕様としておくことにより、このようなトラブル時、停止したポンプの吐出量を他のポンプが無理なく補うことができ、負荷の増大や効率の低下を防ぐことができると共に、系統側必要供給量を安定供給することができる。

【0062】また、ガス需要量から計画されたガス供給量の変動に応じて、液化ガスタンク用潜没ポンプ装置の吐出量を調整することにより、供給するガス量を直接制 50

御可能となる。

【0063】この一例として、図6に示す供給ガス量制御概念図のように、需要地に圧送されるガスの供給量を測定し、その情報により液化ガスタンク用潜没ポンプ装置の吐出量を、インバータ18による回転数制御により調整する方式等が考えられる。

【0064】液化ガスタンク用潜没ポンプ装置のポンプ本体5の回転数を制御することにより、ガス供給量を制御することで、液化ガスタンク用潜没ポンプ装置よりも大規模な気化器ポンプ22等の流量制御装置は簡略化でき、コスト低減を図ることができる。

【0065】以上、本発明の好適な実施形態について詳しく述べたが、本発明は上記実施形態に限定されることなく、本発明の精神を逸脱しない範囲において実施可能である。

【0066】また、本発明は、他の種類の液化ガス用ポンプ装置の場合（例えば特公平7-65588に号公報に記載されているような、サクシヨンケーシング内にポンプを収納するポット式液化ガス用ポンプ）にも当然適用することができる。

【0067】以上のように、本発明の液化ガス用ポンプ装置は、ポンプへの供給電流の周波数をインバータで制御しており、ポンプ回転数を制御とすることによって、起動時、吐出液で揚液管内が満たされるまでの数分間、ポンプ回転数を例えば $50 \text{ min}^{-1}$ 程度の低回転で運転する。

【0068】これにより、運転時、ポンプを例えば $5000 \text{ min}^{-1}$ 程度の高回転で運転することにより、ポンプ大容量化の要求に対しても、羽根車径、モータ等を大型化せず、揚液管径の大口径化を防ぎ、スラスト荷重負担時間を低減することができる。

【0069】また、停止時、ポンプ回転数を徐々に低下することにより、揚液管内液の逆流によるポンプの高速逆回転を防止する等の状況に合った回転数調整を可能とし、軸受寿命の延長を図り、液化ガス用ポンプ装置の長期安定運転が可能となる。

【0070】また、本発明の液化ガス用ポンプ装置運用方法においても、インバータにより、液化ガスが吐出されるまでの間は低回転で運転し、吐出された後は高回転で運転することにより、起動時のスラスト荷重を低減するとともに、ポンプ大容量化の要求に対しても、羽根車径、モータ等を大型化せず、揚液管径の大口径化を防ぎ、スラスト荷重負担時間を低減することにより、軸受寿命の延長を図り、液化ガス用ポンプ装置の長期安定運転が可能となる。

【0071】また、本発明の液化ガス用ポンプ装置運用方法は、起動時、インバータにより回転数を低回転に抑ええることにより、羽根車によるスラスト荷重を低減し、軸受の摩耗を軽減することができる。

【0072】また、本発明の液化ガス用ポンプ装置は、

インバータにより、駆動部の定格回転よりも高速回転で運転することにより、羽根車径及び駆動部径を小形化することにより、ポンプ大容量化の要求に対しても、羽根車径、モータ等を大型化せず、揚液管径の大口径化を防ぎ、スラスト荷重負荷時間を低減し、軸受の摩耗を軽減することができる。

【0073】また、本発明の液化ガス用ポンプ装置運用方法は、流量計により、液化ガスが吐出されたことを確認し、ポンプの回転数を、インバータにより、液化ガスが吐出されるまでの間は低回転で、吐出された後は高回転で運転することにより、状況に合った回転数調整を可能とし、軸受寿命の延長を図り、液化ガス用ポンプ装置の長期安定運転が可能となる。

【0074】また、本発明の液化ガス用ポンプ装置運用方法は、振動計により、液化ガスが吐出されたことを確認し、ポンプの回転数を、インバータにより、液化ガスが吐出されるまでの間は低回転で、吐出された後は高回転で運転することにより、状況に合った回転数調整を可能とし、軸受寿命の延長を図り、液化ガス用ポンプ装置の長期安定運転が可能となる。

【0075】また、本発明のガス供給設備は、インバータを電気室内に設置したことにより、液化ガス用ポンプ装置のポンプ回転数を制御可能とし、起動時、吐出液で揚液管内が満たされるまでの数分間、ポンプ回転数を例えば  $50 \text{ min}^{-1}$  程度の低回転で運転することにより、スラスト荷重を軽減することができる。

【0076】また、運転時、ポンプを例えば  $5000 \text{ min}^{-1}$  程度の高回転で運転することにより、ポンプ大容量化の要求に対しても、羽根車径、モータ等を大型化せず、揚液管径の大口径化を防ぎ、スラスト荷重負荷時間を低減することができる。また、ポンプの停止時、ポンプ回転数を徐々に低下することにより、揚液管内液の逆流によるポンプの高速逆回転を防止する、等の状況に合った回転数調整を可能とし、軸受寿命の延長を図り、液化ガス用ポンプ装置の長期安定運転が可能となる。

【0077】また、本発明の液化ガス用ポンプ装置は、インバータにより、ポンプ回転数を制御し、ポンプ吐出量を系統側必要供給量に対応可能とすることにより、例えば、1つの液化ガスタンクに垂下される複数の液化ガス用ポンプ装置において、一部ポンプがミニマムフロー運転となった場合等に、他のポンプの負荷の増大や効率低下を防止する運用が可能となる。

【0078】また、各液化ガス用ポンプ装置から吐出された液化ガスを気化器へと送る配管を、各ポンプ装置独立に設け、各ポンプ装置の回転数制御を実施することにより、ポンプ性能のバラツキによる運転効率の低下等を防止すると共に、摺動部の消耗程度等の各ポンプの状態に応じた運用を行うことが可能となる。

【0079】また、ガス供給量を直接的に調整可能とし、液化ガス用ポンプ装置に比べて大規模な気化器の流

量制御設備を簡略化することで、コスト低減を図ることが可能となる。

【0080】また、本発明の液化ガス用ポンプ装置運用方法は、ポンプ停止時、インバータにより、回転数を徐々に低下させることで、逆流によって引き起こされる高速逆回転による、軸受の摩耗を抑制することができる。

【0081】また、本発明の液化ガス用ポンプ装置運用方法は、ポンプ運転中、軸受摩耗等による軸受剛性低下から、軸振動が増加した場合に、インバータにより回転数を変化させ、軸振動を抑制することが可能となる。

【0082】また、本発明のガス供給設備は、ガス供給量の変動に対し、ガス量測定装置により供給ガス量を測定し、インバータにより液化ガス用ポンプ装置の回転数を制御し、液化ガス用ポンプ装置の吐出量を調整し、供給ガス量を変動させることにより、液化ガス用ポンプ装置に比べて大規模な気化器の流量制御設備を簡略化することが可能となり、コスト低減を図ることができる。

【0083】

【発明の効果】本発明によれば、ポンプ本体の起動時には、インバータにより、低回転とし、揚液管内が液体で満たされたか否かを判断して、揚液管内が液体で満たされると、インバータにより、ポンプ本体の回転数が上昇され、高回転とされる。また、ポンプ本体の停止時には、インバータにより徐々に回転数が低下される。

【0084】したがって、軸受寿命の長い、長期安定運転の可能な液化ガス用ポンプ装置、その運用方法及びガス供給設備を実現することができる。

【0085】また、ポンプの性能を制御可能とし、液化ガス供給量を調整可能としたので、ガス供給量の変動に応じて、供給するガス量を直接、インバータによりポンプの回転数を制御することにより制御することができ、大規模な気化器ポンプ等が不要であり、低価格な液化ガス用ポンプ装置、その運用方法及びガス供給設備を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態である液化ガスタンク用潜没ポンプ装置の駆動用電源系統図である。

【図2】回転数と羽根車による推力の関係を示す図である。

【図3】本発明の一実施形態を示す液化ガスタンク用潜没ポンプ装置の全体構成図である。

【図4】図3の液化ガスタンク用潜没ポンプ装置のみを示す縦断面図である。

【図5】回転数を高回転側に制御した場合の、ポンプの吐出流量と揚程の関係の変化を示す図である。

【図6】本発明の一実施形態を示す供給ガス量制御概念図である。

【図7】従来の液化ガスタンク用潜没ポンプ装置の一例の全体構成図である。

【図8】従来の液化ガスタンク用潜没ポンプ装置の一例

15

16

の駆動用電源系統図である。

【図9】従来の液化ガスタンク用潜没ポンプ装置の縦断面図である。

【図10】従来の液化ガスタンク配管系統図である。

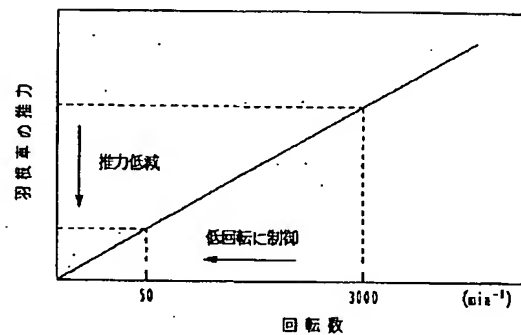
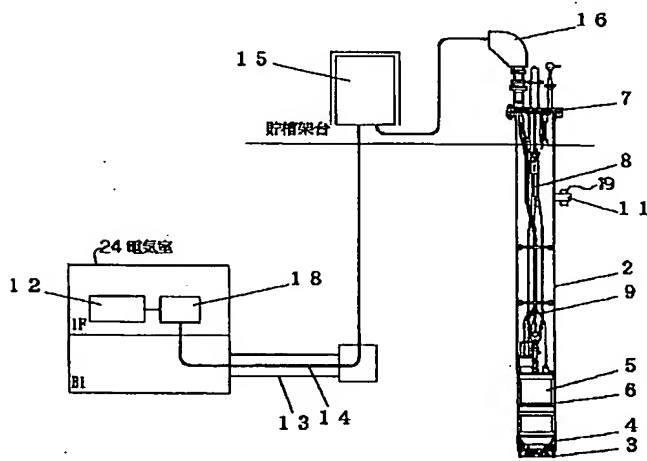
【符号の説明】

- 1 液化ガスタンク
- 1A タンク天井板
- 2 揚液管
- 3 吸込弁
- 4 座面
- 5 液化ガス用ポンプ本体
- 5A 回転軸
- 5B インデューサ
- 5C 羽根車
- 5D サブマージドモータロータ
- 5E 上静圧軸受
- 5F 中静圧軸受
- 5G 下静圧軸受
- 5H 上補助玉軸受
- 5H1 上補助玉軸受内輪
- 5H2 上補助玉軸受外輪
- 5I 中補助玉軸受
- 5I1 中補助玉軸受内輪

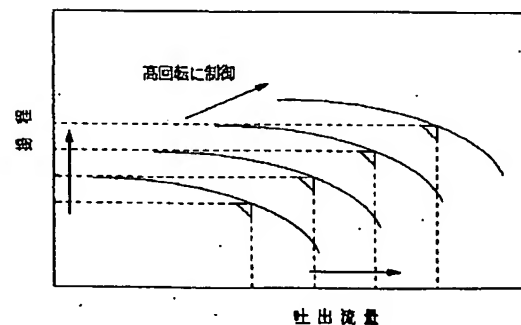
- \* 5I2 中補助玉軸受外輪
- 5L1 ハウジング
- 5L2 ハウジング
- 5M 軸スラスト平衡装置
- 6 ポンプ吐出口
- 7 ヘッドプレート
- 8 吊上ワイヤ
- 9 揚液管内給電ケーブル
- 10 巻き上げ機
- 11 吐出管
- 12 配電盤
- 13 貯槽洞道ケーブルルート
- 14 給電ケーブル
- 15 中継端子
- 16 ポンプターミナルボックス
- 17 液化ガス集合管
- 18 インバータ
- 19 流量計
- 20 振動計
- 21 気化器
- 22 気化器ポンプ
- 23 逆止弁
- \* 24 電気室

【図1】

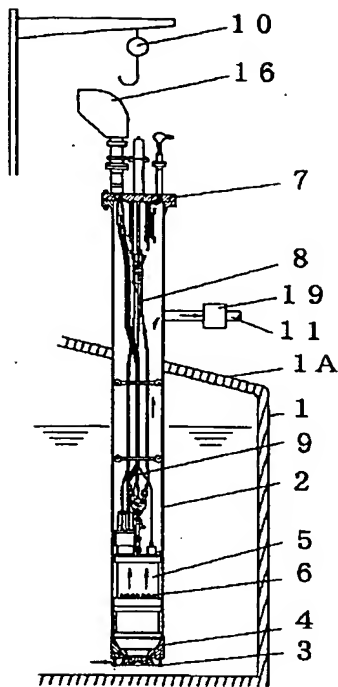
【図2】



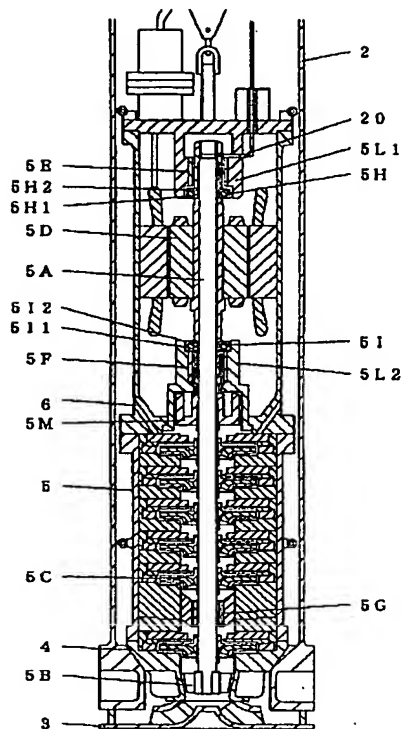
【図5】



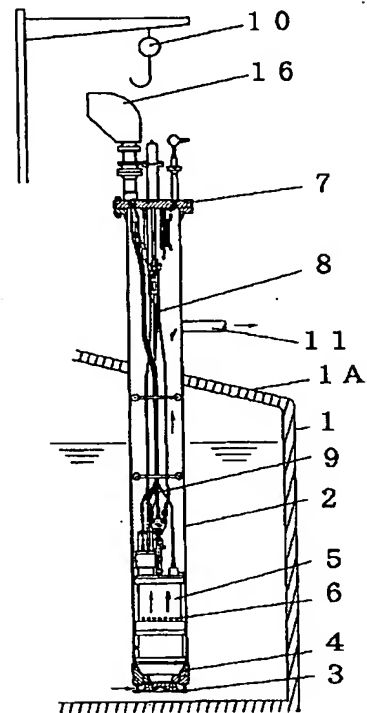
【図3】



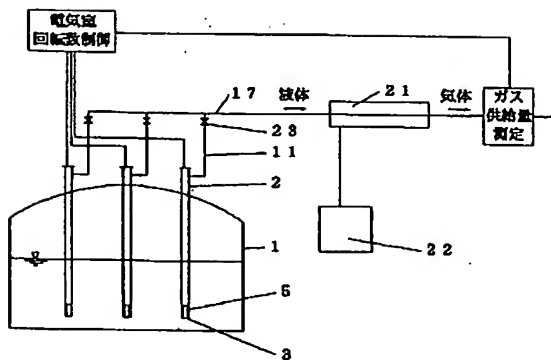
【図4】



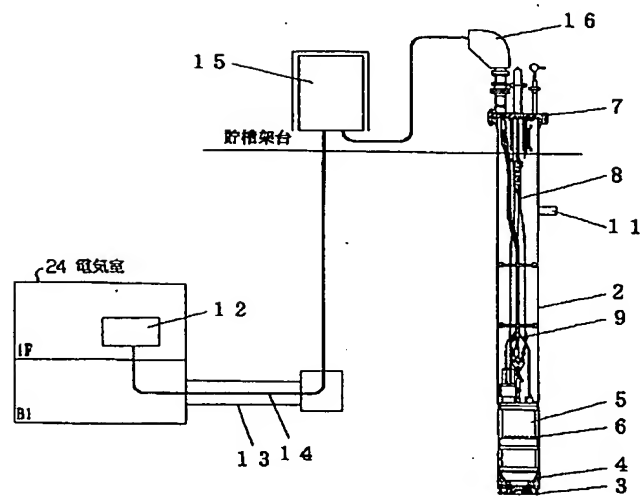
【図7】



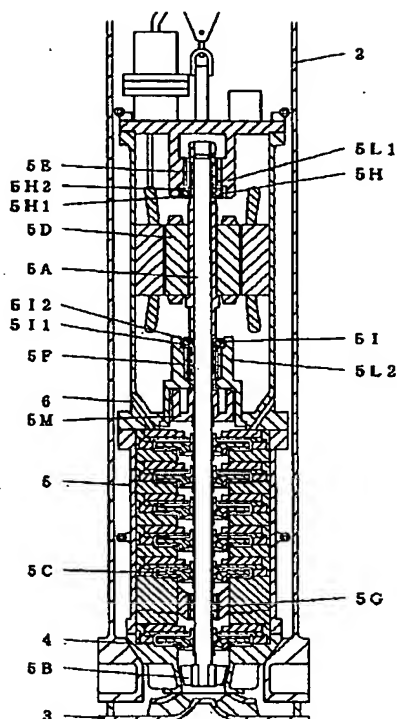
【図6】



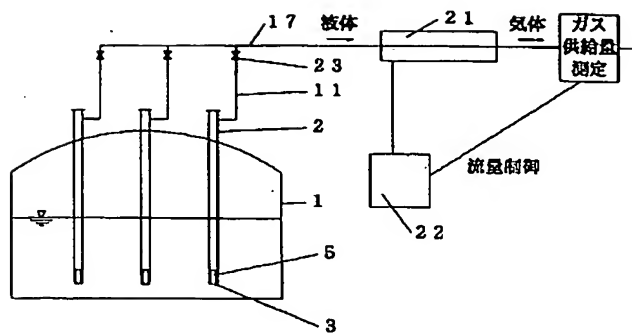
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
F 17 C 9/00

識別記号

F 1  
F 17 C 9/00

テーマコード(参考)

A

F ターム(参考) 3E073 DB03

3H020 AA01 AA09 BA02 BA03 BA22  
CA05 DA05

3H022 AA01 BA04 BA06 CA04 CA12  
CA14 CA15 DA10 DA11 DA13

3H033 AA01 AA11 BB01 BB06 BB16  
BB17 CC01 CC06 DD06 DD23  
EE06 EE08 EE11 EE15